

# 基于零售商资金约束的供应链协调

侯 博,庄新田,陈怡杉,张志勇

( 东北大学 工商管理学院,辽宁 沈阳 110169 )

**摘 要:** 研究随机需求下零售商存在资金约束时的供应链协调问题. 在内部融资模式下,以供应链成员的期望利润最大化为目标函数,求得供应链实现协调的条件. 在内部融资下使用收益共享契约,可以使零售商实现无资金约束时的最优订购量,提高供应链各方的期望收益,同时可以协调融资后零售商和供应商的利润分配问题. 探讨了参数变化对供应链协调的影响及协调条件.

**关 键 词:** 资金约束;延期付款;供应链金融;供应链协调

中图分类号: F 830. 9

文献标志码: A

文章编号: 1005 - 3026( 2016 )08 - 1212 - 05

## Supply Chain Coordination Based on Retailers' Capital Constraints

HOU Bo , ZHUANG Xin-tian , CHEN Yi-shan , ZHANG Zhi-yong

( School of Business Administration , Northeastern University , Shenyang 110169 , China. Corresponding author : ZHUANG Xin-tian , E-mail : xtzhuang@mail. neu. edu. cn )

**Abstract :** The supply chain coordination of retailers' capital constraint was studied under the condition of random demands. In the internal financing model , the conditions of supply chain coordination implementation were obtained by using the supply chain members' expected maximal profit as the objective function. It was found that the use of revenue sharing contract under the internal financing can allow retailers to realize their optimal order quantity without capital constraints , thus improving supply chain parties' expected revenue and coordinating retailers' and suppliers' profit distribution after financing as well. Furthermore , the effects of parameter change on supply chain coordination and coordination condition were explored.

**Key words :** capital constraint ; payment delay ; supply chain finance ; supply chain coordination

我国中小企业大多面临着资金约束的困境.

企业的融资分为外部融资与内部融资:外部融资是指向银行等金融机构贷款,内部融资是指供应链上下游企业提供的交易信用.从供应链下游企业角度看,供应商比银行具有更多的信息优势,有向资金约束下的下游企业提供内部融资的意愿<sup>[1]</sup>.从整个供应链的角度看,供应链任何成员面临资金约束不仅会制约其自身的发展,而且会影响供应链其他成员企业与供应链系统的盈利能力与竞争力.因此,研究资金约束下供应链融资问题及如何对供应链进行有效协调,成为缓解中小企业资金压力、提高供应链整体运作效率亟需解

决的问题.

在20世纪90年代中期之后,对供应链协调问题的研究成果表明,实现供应链协调的途径是引入各类契约.文献[2-3]讨论了实现供应链协调的具体契约内容及达到收益共享的价格折扣及回购条件;文献[4-5]从供应链的集成角度,给出联合定价、库存及运输的求解算法;文献[6]研究了延期付款和现金折扣的融资功能;文献[7-8]讨论了回购契约对协调供应链的作用.文献[9]讨论实现供应链的协调问题;文献[10-11]分别从需求信息不对称角度、信息共享角度研究供应链的协调契约.

本文基于资金约束的背景,考虑了资金时间价值对供应链决策与绩效的影响,讨论了内部融资条件下,零售商、供应商和银行在供应链利润分配时的收入共享契约及供应链的协调问题.在费用分摊与转移支付的激励协调机制下,得到供应链实现协调的条件.

# 1 模型描述、符号定义及模型假设

## 1.1 模型描述

考虑由上游单一供应商与下游单一零售商组成的单周期供应链,供应商提供单一的产品.零售商面临资金约束无法实现最优订购量,在需求实现之前,零售商依据自身资金状况与对未来需求的预测确定其最优订购策略,供应商为了激励更多的订货量,以增加其销售收益与扩大产品的市场占有率,允许零售商延期付款.延期付款的实质是零售商对供应商的资金占用,相当于供应商为其提供了融资.考虑到资金的时间价值,延期付款时相当于供应商承担了资金成本,因此零售商的销售收入可以与供应商进行分享,以增强供应商提供延期付款的动机.另外,在收益共享契约下,信用期末零售商要归还货款和支付一定比例延期付款的利息.

## 1.2 符号定义

- $X$ : 市场产品需求变量;
- $c$ : 供应商生产产品的单位成本;
- $w$ : 零售商向供应商订货的批发价格;
- $p$ : 零售商的产品单位售价,销售期间价格不变;
- $q$ : 零售商的产品订购量;
- $t$ : 允许延期付款的期限(以年为单位);
- $B$ : 零售商用于订购产品的初始资金预算;
- $\lambda$ : 零售商向供应商支付的单位时间延期付款利息;
- $\theta$ : 收益共享系数,即零售商在契约中分配的销售收入比例,供应商即为  $1 - \theta$ ;
- $\mathcal{X}(q)$ : 随机需求下产品的期望销售量;
- $\mathcal{I}(q)$ : 随机需求下产品的期望剩余量;
- $r_r$ : 零售商资金单位时间的投资收益率;
- $r_s$ : 供应商资金单位时间的投资收益率;
- $i_s$ : 供应商资金单位时间的资金成本率;
- $\pi_i(\cdot)$ : 表示不同主体在不同情况下的期望利润.下标  $i = r, s, j$ , 分别代表无资金约束下,零售商、供应商和供应链在销售季末的利润;  $j = lr, ls, lj$ , 分别表示延期付款条件下,零售商、供应商和

供应链在销售季末的利润;  $j = lr, ls, lj$ , 分别表示延期付款条件下,引入收益共享契约后的零售商、供应商和供应链在销售季末的利润.

为叙述方便,最优订货量  $q$  的上标用  $*$  表示,下标用相应的利润表示.

## 1.3 模型假设

- ① 供应商与零售商的风险偏好为风险中性,以期望利润最大化为决策目标;
- ② 产品面临的是经典的报童模型,市场需求  $X$  是随机的,其概率分布函数与密度函数分别为  $F(x)$  与  $f(x)$ ;
- ③ 零售商在需求实现之前先订货,供应商采用按单生产并提供产品,生产与供应时间很短,生产周期忽略不计;
- ④ 不考虑缺货成本.

# 2 内部融资下供应链决策分析

在报童模型框架下<sup>[12]</sup>,当供应商为零售商提供延期付款作为融资时,具体的决策过程如下:零售商根据市场预测首先确定订货量,供应商同时公布产品批发价,零售商在资金不足的情况下向供应商申请延期付款与信用期,供应商要求零售商先用自有资金支付部分货款,同时确定了因为延期付款零售商应支付的相当于内部融资的利息  $\lambda$ . 在信用期内,零售商使用自有资金支付货款,所以不考虑此部分资金的成本,增加的资金收益为销售收入所得产生的投资收益.对供应商而言,其损失的资金成本为延期付款的资金占用成本,得到的资金收益为销售期前零售商的自有资金在信用期内的投资收益.分散决策时,在延期付款的内部融资模式下,考虑资金时间价值的零售商、供应商的期望利润分别为

$$\pi_{lr} = p\mathcal{X}(q)\mathcal{I}(1 + r_r t) - B - (wq - B)\mathcal{I}(1 + \lambda t), \tag{1}$$

$$\pi_{ls} = B\mathcal{I}(1 + r_s t) + (wq - B)\mathcal{I}(1 + \lambda t) - qc\mathcal{I}(1 + i_s t). \tag{2}$$

由式(1)零售商利润  $\pi_{lr}$  的一阶条件可得

$$\frac{\partial \pi_{lr}}{\partial q} = p - p\mathcal{I}(1 + r_r t)f(q) - w(1 + \lambda t) + pr_r t, \tag{3}$$

由二阶条件可得

$$\frac{\partial^2 \pi_{lr}}{\partial q^2} = -p\mathcal{I}(1 + r_r t)f'(q) < 0. \tag{4}$$

由此可知,在分散决策下零售商的期望利润函数是一个严格的凹函数,其存在一个最优订货

量  $q_{lr}^*$  ,使得零售商自身的利润最大 :

$$q_{lr}^* = F^{-1} \left[ 1 - \frac{w(1 + \lambda t)}{p + pr_t t} \right] . \quad (5)$$

在集中决策、延期付款的内部融资模式下 ,考虑资金时间价值的供应链的期望利润为

$$\pi_{ij} = p(1 + r_t t) \mathbb{E}(q) + Br_s t - qc(1 + i_s t) . \quad (6)$$

同样 ,由式 (2)对供应链的利润  $\pi_{ij}$  表达式进行求导 ,由其一阶条件与二阶条件可得最优订货量  $q_{lr}^*$  ,使集中决策下供应链系统的利润最大 :

$$q_{lj}^* = F^{-1} \left( 1 - \frac{wi_s t + c}{p + pr_t t} \right) . \quad (7)$$

零售商在期末向供应商支付延期付款成本 ,只有当延期付款成本大于供应商资金单位时间的投资收益率 ,即  $\lambda > i_s$  ,供应商才会选择提供延期支付 ,可得  $q_{lr}^* < q_{lj}^*$  .

在分散决策下 ,将零售商最优订货量  $q_{lr}^*$  分别代入式 (1) ,式 (2) 可得

$$\pi_{lr}(q_{lr}^*) = p[q_{lr}^* - \int_0^{q_{lr}^*} F(x) dx] (1 + r_t t) - B - (wq_{lr}^* - B)(1 + \lambda t) , \quad (8)$$

$$\pi_{ls}(q_{lr}^*) = B(1 + r_s t) + (wq_{lr}^* - B)(1 + \lambda t) - q_{lr}^* c(1 + i_s t) . \quad (9)$$

在集中决策下 ,将供应链系统的最优订货量  $q_{lj}^*$  代入供应链整体利润式 (6) 可得

$$\pi_{ij}(q_{lj}^*) = p(1 + r_t t) \mathbb{E}[q_{lj}^* - \int_0^{q_{lj}^*} F(x) dx] + Br_s t - q_{lj}^* c(1 + i_s t) . \quad (10)$$

由  $q_{lr}^* < q_{lj}^*$  和  $\pi_{lr}(q_{lr}^*) + \pi_{ls}(q_{lr}^*) < \pi_{ij}(q_{lj}^*)$  可知 ,当零售商存在资金约束时 ,供应商给予其内部融资即延期付款 ,零售商的订货量有所增加 ,但分散决策下零售商和供应商的期望利润之和仍小于集中决策下供应链整体利润 ,供应链系统未达到协调.

### 3 考虑资金时间价值的收益共享契约

收益共享契约作为一种协调供应链的工具 ,在销售周期之前  $T=0$  时 ,供应商制定并公布了批发价  $w$  与收益共享系数  $\theta$  ,零售商观察到  $w$  与  $\theta$  ,决定订货数量并延期付款  $wq$  ,供应商根据其订货数量立即供货.  $T=0$  至  $T=t$  期间为零售商销售期 ,而销售周期内零售商的销售收入可以产生资金投资收益.在  $T=t$  时 ,零售商将比例为  $(1-\theta)$  的销售收入与其资金投资收益所得之和分享给供应商.

零售商的期望利润为

$$\pi_r = [p\mathbb{E}(q)(1 + r_t t)]\theta - wq , \quad (11)$$

供应商的期望利润为

$$\pi_s = (1 - \theta) \mathbb{E}[p\mathbb{E}(q)(1 + r_t t)] + wq - qc . \quad (12)$$

由式 (11) 和零售商期望利润的一阶条件可得

$$\frac{\partial \pi_r}{\partial q} = \theta p(1 + r_t t) - \theta p(1 + r_t t) F(q) - w , \quad (13)$$

由式 (11) 和零售商期望利润的二阶条件可得

$$\frac{\partial^2 \pi_s}{\partial q^2} = -\theta p(1 + r_t t) F(q) < 0 . \quad (14)$$

由此可知 ,零售商的期望利润函数是一个严格的凹函数 ,其存在一个最优订货量  $q_r^*$  ,使零售商利润最大 :

$$q_r^* = F^{-1} \left[ 1 - \frac{w}{p\theta(1 + r_t t)} \right] . \quad (15)$$

相应地 ,无资金约束下考虑资金时间价值的供应链存在一个最优订货量  $q_j^*$  :

$$q_j^* = F^{-1} \left[ 1 - \frac{c - wr_s t}{p(1 + r_t t)} \right] . \quad (16)$$

命题 1 不存在资金约束 ,当且仅当收益共享系数  $\theta = \frac{w}{c - wr_s t}$  时 ,供应链系统达到协调.

证明 当不存在资金约束时 ,供应商首先公布一个批发价格与共享系数  $\theta$  ,零售商据此与市场需求订购  $q$  的产品 ,在考虑资金时间价值时 ,当分散决策时的最优订货量等于集中决策时的最优订货量 ,供应链才能实现协调 ,即  $q_r^* = q_j^*$  ,可求得  $\theta = w/(c - wr_s t)$  .

从实现供应链协调时  $\theta$  的取值可看出 ,当销售周期固定时 ,收益共享系数与供应商的投资收益率和批发价有关 ,当供应商的投资收益率越大、批发价格越高时 ,在收益共享契约中供应商可分享零售商的利润比例越小.当不考虑资金时间价值( $r_t=0$ )时 ,收益共享协调的条件为  $\theta = w/c$  ,与文献 [2] 得到的结论相同.

### 4 内部融资下收益共享协调分析

#### 4.1 收益共享系数对供应链协调的影响分析

在考虑资金时间价值和供应商提供延期付款下 ,分散决策下使用收益共享契约时零售商与供应商的期望利润分别为

$$\pi_{lr} = \theta p\mathbb{E}(q)(1 + r_t t) - B - (wq - B)(1 + \lambda t) . \quad (17)$$

$$\pi_{\text{ts}} = B(1 + r_s t) + (wq - B)(1 + \lambda t) + (1 - \theta)p\mathcal{X}(q)(1 + r_r t) - qc(1 + i_s t). \quad (18)$$

式(17)零售商的利润组成包括三部分,  $\theta p\mathcal{X}(q)(1 + r_r t)$  为信用期末 ( $T = t$ ) 零售商在销售期间所得的销售收入与资金投资收益分配所得  $B$  为零售商支出的自有资金 ( $wq - B)(1 + \lambda t)$  为信用期末零售商向供应商补足的贷款与支付的利息.

式(18)供应商的利润包括四部分  $B(1 + r_s t)$  为  $T = 0$  时供应商获得零售商用自有资金  $B$  支付的贷款及在信用期内的资金时间价值 ( $wq - B) \times (1 + \lambda t)$  为信用期末零售商补足的贷款与因延期付款而缴纳的利息  $(1 - \theta)p\mathcal{X}(q)(1 + r_r t)$  为信用期末 ( $T = t$ ) 零售商提供的收益共享,  $qc(1 + i_s t)$  为提供延期付款供应商资金的占用成本.

在集中决策下,由式(17)、式(18)得到供应链系统期望利润如下:

$$\pi_{\text{tj}} = p(1 + r_r t)\mathcal{X}(q) + Br_s t - qc(1 + i_s t). \quad (19)$$

从供应链协调角度看,有效的协调机制应该是可以灵活分配利润且具有柔性.在收益共享契约下供应链达到协调时收益共享系数  $\theta$  与批发价  $w$  有关,只要它们中的任意一个确定,另外一个随之也可以确定,因此对于  $\theta$  与  $w$  的设置是合理分配利润以实现供应链协调的关键问题.

命题 2 当  $\theta$  在  $\left[ \frac{\pi_{\text{lr}} + u}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t}, \frac{\pi_{\text{tj}} + u - \pi_{\text{ls}}}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t} \right]$  取值范围内,其中  $u = (wq - B)(1 + \lambda t) + B$  时,供应链的期望利润达到最优,实现帕累托优化.

证明 供应链上的供应商和零售商都会接受收益共享契约的约束条件是双方的期望利润高于或等于没有收益共享时各自的利润,由式(1)和式(17)、式(2)和式(18),即约束条件满足下式:

$$\left. \begin{aligned} \pi_{\text{tr}} &\geq \pi_{\text{lr}}, \\ \pi_{\text{ts}} &\geq \pi_{\text{ls}}. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

式中  $\pi_{\text{lr}}$  和  $\pi_{\text{ls}}$  为供应链上的零售商和供应商企业没有采取收益共享策略时的期望利润.根据供应商、零售商与供应链利润之间的关系,可以分别得到

$$\pi_{\text{tr}} = \mathcal{A}[\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t] - u, \quad (21)$$
$$\pi_{\text{ts}} = \pi_{\text{tj}} - \mathcal{A}[\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t] + u. \quad (22)$$

将式(21)和式(22)分别代入收益共享时的约束条件表达式(20),得到

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{A}[\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t] - u &\geq \pi_{\text{lr}}, \\ \pi_{\text{tj}} - \mathcal{A}[\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t] + u &\geq \pi_{\text{ls}}. \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

求解式(23)可以进一步得到  $\theta$  的取值范围为

$$\theta \in \left[ \frac{\pi_{\text{lr}} + u}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t}, \frac{\pi_{\text{tj}} + u - \pi_{\text{ls}}}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t} \right]. \quad (24)$$

当  $\theta = \frac{\pi_{\text{lr}} + u}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t}$  时,  $\pi_{\text{tr}} = \pi_{\text{lr}}$ , 零售商获得的利润等于没有收益共享时的预期利润,供应商获得的利润为  $\pi_{\text{ts}} = \pi_{\text{tj}} - \pi_{\text{lr}}$ , 即获得零售商利润之外的供应链剩余利润.当  $\theta = \frac{\pi_{\text{tj}} + u - \pi_{\text{ls}}}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t}$  时,供应商获得的利润为  $\pi_{\text{ts}} = \pi_{\text{ls}}$ , 即预期利润等于没有收益共享时供应商所得利润.而当收益共享系数  $\theta$  的取值变化范围

为  $\left[ \frac{\pi_{\text{lr}} + u}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t}, \frac{\pi_{\text{tj}} + u - \pi_{\text{ls}}}{\pi_{\text{tj}} + qc(1 + i_s t) - Br_s t} \right]$  时, 供应商和零售商获得的利润也会随之在一定范围内变化.零售商和供应商经过协商,也会选择得到双方都接受认可的收益共享系数.如果只考虑零售商的批发价格  $w$  对  $\theta$  的影响,就会得到较优的批发价格,使得供应链双方达到收益共享协调.

#### 4.2 自有资金对供应链协调的影响分析

上述讨论都没有考虑零售商初始资金的变化对供应商和零售商订购数量和利润的影响,实际上零售商的自有资金存在多种情况.下面分别讨论自有资金  $B$  对供应链协调产生的影响.

1)  $B = 0$ . 此时零售商购买供应商产品选择延期付款给供应商就不再是部分延期,而是全部延期付款.供应商从自身未来收益、市场的维持和扩大、零售商的信誉和销售渠道,以及其他因素综合考虑,很有可能会答应零售商的延期付款请求.这种情况下,零售商和供应商的利润分别为

$$\begin{aligned} \pi_{\text{tr}} &= \theta p\mathcal{X}(q)(1 + r_r t) - wq(1 + \lambda t), \quad (25) \\ \pi_{\text{ts}} &= wq(1 + \lambda t) + (1 - \theta)p\mathcal{X}(q)(1 + r_r t) - qc(1 + i_s t). \end{aligned} \quad (26)$$

供应链的期望利润为

$$\pi_{\text{tj}} = p(1 + r_r t)\mathcal{X}(q) - qc(1 + i_s t). \quad (27)$$

由命题 1,当零售商按照最优订货量  $q_{\text{tr}}^* = F^{-1}[1 - w(1 + \lambda t)/\theta p(1 + r_r t)]$  向供应商购买产品,且收益共享系数  $\theta = w(1 + \lambda t)/(c - wr_s t)$  时,供应链达到协调.

由命题 2 的证明过程可知,自有资金为 0 时,

$u = wq(1 + \lambda t)$  ,零售商、供应商的利润与供应链利润之间关系为

$$\pi_{tr} = \theta[\pi_{tj} + q\alpha(1 + i_s t)] - wq(1 + \lambda t) \text{ , } \quad (28)$$

$$\pi_{ts} = \pi_{tj} - \theta[\pi_{tj} + q\alpha(1 + i_s t)] + wq(1 + \lambda t) \text{ .} \quad (29)$$

为了满足供应链协调 ,此时  $\theta$  的取值范围应满足 :

$$\theta \in \left[ \frac{\pi_{lr} + wq(1 + \lambda t)}{\pi_{tj} + q\alpha(1 + i_s t)} , \frac{\pi_{tj} + wq(1 + \lambda t) - \pi_{ls}}{\pi_{tj} + q\alpha(1 + i_s t)} \right] \text{ .} \quad (30)$$

2 )  $B < wq$  ,即零售商有一部分初始资金 ,但不足以支付购买供应商产品的货款.

3 )  $B = wq$  ,即供应商提供给零售商的批发价格比较低 ,零售商的自有资金刚好可以支付供应商产品的货款 ,此时供应商与零售商的利润分别为

$$\pi_{ts} = wq + (1 - \theta)p\mathcal{K}(q) - qc \text{ , } \quad (31)$$

$$\pi_{tr} = \theta p\mathcal{K}(q) - wq \text{ .} \quad (32)$$

由零售商利润  $\pi_{tr}(q_{tr})$  的一阶条件可得

$$\frac{\partial \pi_{tr}}{\partial q} = \theta p[1 - F(q)] - w = 0 \text{ , } \quad (33)$$

$$q_{tr}^* = F^{-1} \left[ 1 - \frac{w}{\theta p} \right] \text{ .} \quad (34)$$

由二阶条件可得

$$\frac{\partial^2 \pi_{tr}}{\partial q^2} = -\theta p\mathcal{K}(q) < 0 \text{ .} \quad (35)$$

当  $q_{tr}^* = q_j^*$  , 即  $F^{-1} \left[ 1 - \frac{w}{\theta p} \right] = F^{-1} \left[ 1 - \frac{c - wr_s t}{p(1 + r_s t)} \right]$  , 得到  $\theta = \frac{w(1 + r_s t)}{c - wr_s t} =$

$\frac{B(1 + r_s t)}{qc - Br_s t}$  ,当  $B$  越大  $\theta$  越大 ,零售商获得的利润比例越大 ,供应商从零售商获得的利润就越小. 反之 ,则供应商获得的利润比例就越大. 因此存在资金约束的情况下 ,零售商会尽可能地增加其自有资金进行订货决策 ,从而避免零售商谎报拥有较少自有资金这种信息不对称的情况出现. 这也是实现供应链协调的基础条件. 由此可得到性质 1.

性质 1 零售商自有资金不足 ,采取延迟支付时 ,引入收益共享契约 ,可以避免零售商谎报拥有较少的自有资金.

## 5 结 论

1 ) 在内部融资下使用收益共享契约 ,可以使零售商实现无资金约束时的最优订购量 ,提高供

应链各方的期望收益 ,同时可以协调融资之后的零售商和供应商的利润分配问题.

2 ) 在内部融资模式下 ,零售商与供应商的利润会随着收益共享契约的变化而变化 ,但是供应链的整体利润不变 ,且协调后供应链的订货量和期望利润都能达到不存在资金约束的集中决策下供应链的最优利润.

参考文献 :

[ 1 ] Lee C H ,Rhee B D. Coordination contracts in the presence of positive inventory financing costs [ J ]. *International Journal of Production Economics* 2010 ,124( 2 ) 331 - 339.

[ 2 ] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts [ M/OL ]. [ 2015 - 04 - 16 ]. <http://opim.wharton.upenn.edu/~cachon/pdf/scontracts3.pdf>.

[ 3 ] Cachon G P ,Lariviere M A. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts :strengths and limitations [ J ]. *Management Science* 2005 ,51( 1 ) 30 - 44.

[ 4 ] Ouyang L Y ,Ho C H ,Su C H. An optimization approach for joint pricing and ordering problem in an integrated inventory system with order-size dependent trade credit [ J ]. *Computers & Industrial Engineering* 2009 ,57( 3 ) 920 - 930.

[ 5 ] Chung K J ,Liao J J. The simplified solution algorithm for an integrated supplier-buyer inventory model with two-part trade credit in a supply chain system [ J ]. *European Journal of Operational Research* 2011 ,213( 1 ) 156 - 165.

[ 6 ] Arkan A ,Hejazi S R. Coordinating orders in a two echelon supply chain with controllable lead time and ordering cost using the credit period [ J ]. *Computers & Industrial Engineering* 2012 ,62( 1 ) 56 - 69.

[ 7 ] Yao Z ,Leung S C H ,Lai K K. Analysis of the impact of price-sensitivity factors on the returns policy in coordinating supply chain [ J ]. *European Journal of Operational Research* 2008 ,187( 1 ) 275 - 282.

[ 8 ] 刘家国 ,吴冲. 基于报童模型的两级供应链回购契约协调研究 [ J ]. *中国管理科学* 2010 ,18( 4 ) 73 - 78.

( Liu Jia-guo ,Wu Chong. Study of a two-level supply chain returns policy model based on the newsboy model [ J ]. *Chinese Journal of Management Science* ,2010 ,18( 4 ) : 73 - 78. )

[ 9 ] Zhao Y ,Wang S ,Cheng T C E ,et al. Coordination of supply chains by option contracts :a cooperative game theory approach [ J ]. *European Journal of Operational Research* , 2010 ,207( 2 ) 668 - 675.

[ 10 ] Kalkanci B ,Chen K ,Erhun F. Contract complexity and performance under asymmetric demand information :an experimental evaluation [ J ]. *Management Science* ,2011 ,57( 4 ) 689 - 704.

[ 11 ] Kong G ,Rajagopalan S ,Zhang H. Revenue sharing and information leakage in a supply chain [ J ]. *Management Science* 2013 ,59( 3 ) 556 - 572.

[ 12 ] Zipkin P H. Foundations of inventory management [ M ]. New York :McGraw-Hill 2000 :12 - 17.